

PAT-NO: JP405266431A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05266431 A ✓  
TITLE: MAGNETO-RESISTANCE EFFECT TYPE HEAD  
PUBN-DATE: October 15, 1993

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
UEHARA, YUJI

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
FUJITSU LTD N/A

APPL-NO: JP04061681  
APPL-DATE: March 18, 1992

INT-CL (IPC): G11B005/39

## ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent the dielectric breakdown of the nonmagnetic separating layer of the magneto-resistance effect type head interposed with the nonmagnetic separating layer between a magneto-resistance effect layer and a soft magnetic material layer by passing a sense current only to the magneto-resistance effect element layer, thereby improving the utilization rate of the sense current and preventing the electrification of electrons in the soft magnetic material layer.

CONSTITUTION: The magneto-resistance effect layer and the soft magnetic material layer are provided in proximity via the nonmagnetic separating layer, by which the magneto-resistance effect type head of a magnetic bias system to incline the direction of the magnetization heading toward the longitudinal direction of the magneto-resistance effect layer at about 45° by the magnetic field generated by passing the sense current to the magneto-resistance effect layer is provided. Such a semiconductor layer 3 which does not pass the sense current I from the magneto-resistance effect layer 1 to the soft magnetic material layer 2 but can transfer the electrons electrified in the soft magnetic material layer 2 to the magneto-resistance effect layer 1 is used.

COPYRIGHT: (C)1993, JPO&Japio

0941.65705

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-266431

(43)公開日 平成5年(1993)10月15日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 11 B 5/39

識別記号 廈内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5(全 8 頁)

(21)出願番号

特願平4-61681

(22)出願日

平成4年(1992)3月18日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 上原裕二

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 篠野道造

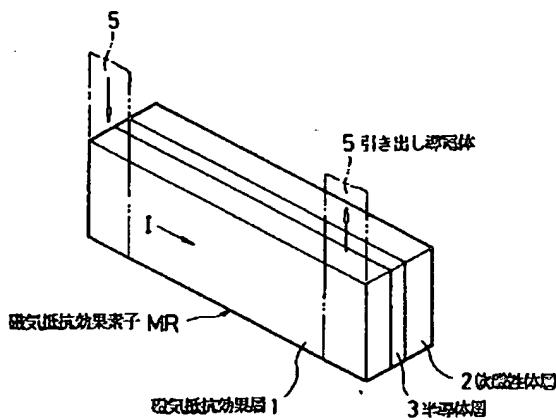
(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果型ヘッド

(57)【要約】

【目的】磁気抵抗効果層と軟磁性体層との間に非磁性分離層を介在させた磁気抵抗効果型ヘッドに関し、センス電流を磁気抵抗効果素子層のみに流してセンス電流の利用率を良くし、また、軟磁性体層に電子が帶電しないようにして、非磁性分離層の絶縁破壊を防止することにある。

【構成】磁気抵抗効果層と軟磁性体層とを非磁性分離層を介して近接させて、磁気抵抗効果層にセンス電流を流すことにより生じる磁界によって、磁気抵抗効果層の長手方向に向かう磁化の向きをほぼ45度傾斜させる磁気バイアス方式の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、非磁性分離層として、磁気抵抗効果層1から軟磁性体層2へはセンス電流1は流れず、軟磁性体層2に帶電した電子は、磁気抵抗効果層1へ移動しうるような半導体層3を用いることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの原理図



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気抵抗効果層と軟磁性体層とを非磁性分離層を介して近接させて、磁気抵抗効果層にセンス電流を流すことにより生じる磁界によって、磁気抵抗効果層の長手方向に向かう磁化の向きをほぼ45度傾斜させる磁気バイアス方式の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、非磁性分離層として、磁気抵抗効果層(1)から軟磁性体層(2)へはセンス電流Iは流れず、軟磁性体層(2)に帶電した電子は、磁気抵抗効果層(1)へ移動しうるような半導体層(3)を用いることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項2】磁気抵抗効果層(1)と軟磁性体層(2)との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層(1)から軟磁性体層(2)へはセンス電流Iは流れず、軟磁性体層(2)に帶電した電子は、磁気抵抗効果層(1)へ移動しうるようなn型半導体層(31)を用いることを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項3】磁気抵抗効果層(1)と軟磁性体層(2)との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層(1)から軟磁性体層(2)へはセンス電流Iは流れず、軟磁性体層(2)に帶電した電子は磁気抵抗効果層(1)へ移動しうるようなn型半導体層(31)を用いることを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項4】磁気抵抗効果層(1)と軟磁性体層(2)との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層(1)から軟磁性体層(2)へはセンス電流Iは流れず、軟磁性体層(2)に帶電した電子は磁気抵抗効果層(1)へ移動しうるようなp-n接合型半導体層(33)を用いることを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項5】磁気抵抗効果層(1)と軟磁性体層(2)との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層(1)から軟磁性体層(2)へはセンス電流Iは流れず、軟磁性体層(2)に帶電した電子は磁気抵抗効果層(1)へ移動しうるようなp-n-p接合型半導体層(34)あるいはn-p-n接合型半導体層(35)を用いることを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、たとえばコンピュータの外部記憶装置として利用される磁気ディスク装置あるいは磁気テープ装置などに用いられる磁気抵抗効果型ヘッドに関するものである。

【0002】近年、コンピュータの外部記憶装置である磁気記憶装置の大容量化に伴い、高性能磁気ヘッドが要求されている。この要求を満足させるものとして、磁気記録媒体の速度に依存せず、小径の磁気ディスクに対し

2

ても利用でき、高い出力が得られる磁気抵抗効果型ヘッドが注目されている。

## 【0003】

【従来の技術】磁気記録媒体すなわち磁気テープや磁気ディスクに記録された磁気記録情報を磁気抵抗効果型ヘッドを用いて再生するためには、磁気抵抗効果層に流すセンス電流の方向と磁気抵抗効果層の磁化方向との角度、および磁気抵抗効果層の磁化方向と磁気記録媒体面との角度(磁気バイアス角度)を45度程度傾けて、磁気抵抗効果層の応答の感度向上および直線性向上を図る必要がある。磁気抵抗効果層の磁化方向を傾けることを磁気バイアス(磁気バイアス法)と呼ぶ。

【0004】前記の磁気バイアス法にはさまざまな方法が考えられるが、軟磁性体層を非磁性分離層を介して磁気抵抗効果層に近接させ、磁気抵抗効果層にセンス電流を流すことにより生じる磁界によって、磁気抵抗効果層の長手方向に向かう磁化の向きをほぼ45度傾斜させる磁気バイアス法は、狭ギャップ長になったときに最も効果的な方法である。

【0005】図10はこの磁気バイアス法による磁気抵抗効果素子MRの構造を示したものであり、非磁性分離層として非磁性導電体層11を介して、磁気抵抗効果層12と軟磁性体層13を積層し、さらに、この磁気抵抗効果層12に、金などの引き出し導電体14を接続して構成されている。

【0006】そして、この引き出し導電体14を介して、図に示す方向にセンス電流Iを流すと、前記磁気抵抗効果層12と非磁性導電体層11と軟磁性体層13に、それぞれの層の抵抗に応じた電流が流れる。磁気抵抗効果層12および非磁性導電体層11に流れる電流は、図11の(B)に矢印で示すように、センス電流Iの向きに対して直角方向の磁界を作る。この磁界によって軟磁性体層13の磁化の向きは、図11の(A)、(B)に示すように、上方がN極で下方がS極になるように磁化される。

【0007】この軟磁性体層13の磁化による磁界によって、磁気抵抗効果層12の磁化の向きは、図11の(A)に示すようにはば45度( $\theta=45$ 度)下方向に傾く。このように磁気抵抗効果層12の近くに、軟磁性体層13を配置することによって、磁気抵抗効果層12を効率よく、かつ、均一に磁気バイアスすることができる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この磁気バイアス方法を採用した磁気抵抗効果素子MRは、非磁性導電体層11を介して、磁気抵抗効果層12と軟磁性体層13とを積層した構造であるために、それぞれの層にセンス電流が分流し、センス電流の利用率が低くなるという問題がある。

【0009】また、センス電流の利用率を上げるため

3

に、磁気抵抗効果層と軟磁性体層との間に介在させる非磁性分離層として、非磁性絶縁層を用いるという方法が知られている。このようにすれば、センス電流は磁気抵抗効果層のみに流れため、センス電流の利用率は改善されるが、この非磁性絶縁層は、その厚みが数100Å程度の非常に薄い膜でなければならず、このような薄い絶縁膜では、何らかの原因によって軟磁性体層に電子が帯電すると、磁気抵抗効果層と軟磁性体層の間に介在させた非磁性絶縁層が絶縁破壊を生じたり、あるいは絶縁不良が生じるという問題があった。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は、前記従来のような課題を解決するために、図1に示すように、磁気抵抗効果層と軟磁性体層とを非磁性分離層を介して近接させて、磁気抵抗効果層にセンス電流を流すことにより生じる磁界によって、磁気抵抗効果層の長手方向に向かう磁化の向きをほぼ45度傾斜させる磁気バイアス方式の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、非磁性分離層として、磁気抵抗効果層1から軟磁性体層2へはセンス電流Iは流れず、軟磁性体層2に帯電した電子は、磁気抵抗効果層1へ移動しうるような半導体層3を用いた磁気抵抗効果型ヘッドとしたものである。

## 【0011】

【作用】この発明の磁気抵抗効果型ヘッドは、磁気抵抗効果層1と軟磁性体層2との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層1から軟磁性体層2へはセンス電流Iは流れず、軟磁性体層2に帯電した電子は磁気抵抗効果層1へ移動しうるような半導体層3を用いたので、何らかの原因で軟磁性体層2に帯電した電子は、この半導体層3を通して磁気抵抗効果層1へ移動するので、軟磁性体層2に電子が帯電して、磁気抵抗効果層1と軟磁性体層2との間に電位差が生じ、この間に介在させた半導体層3が絶縁破壊を起こす、というおそれがなくなる。

【0012】また、半導体層3と磁気抵抗効果層1との接合面には大きな電子のエネルギー障壁が生じ、また、半導体層3と軟磁性体層2との接合面には小さな電子のエネルギー障壁が生じているので、軟磁性体層2から磁気抵抗効果層1へは電子が容易に移動し、その逆には電子が移動せず、また、磁気抵抗効果層1から軟磁性体層2へはセンス電流Iが流れないで、センス電流Iは磁気抵抗効果素子層1のみに流れ、センス電流の利用率が良くなる。

## 【0013】

【実施例】図2はこの発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第1の実施例を示すもので、NiFe膜などの磁気抵抗効果層1とNiFeCr膜などの軟磁性体層2との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層1から軟磁性体層2へはセンス電流Iは流れず、何らかの原因で軟磁性体層2に帯電した電子は磁気抵抗効果層1へ容易に移動しうる。

4

るよう、磁気抵抗効果層1と軟磁性体層2との間に、n型半導体層3<sub>1</sub>と磁気抵抗効果層1との間に白金Ptなどの金属層4<sub>1</sub>を介在させて、また、n型半導体層3<sub>1</sub>と軟磁性体層2との間にアルミAlなどの金属層4<sub>2</sub>を介在させて、n型半導体層3<sub>1</sub>を配置し、さらに、磁気抵抗効果層1の両端部にセンス電流Iの引き出し導電体5、5を接続して磁気抵抗効果素子MRを構成したものである。

【0014】このような磁気抵抗効果素子MRにすると、通常はセンス電流Iが磁気抵抗効果層1のみを流れおり、磁気抵抗効果層1とn型半導体層3<sub>1</sub>との間に図3の(A)に示すような大きな電子のエネルギー障壁が存在するため、磁気抵抗効果層1を移動している電子はn型半導体層3<sub>1</sub>の方へ入ることができない。したがって、センス電流Iは磁気抵抗効果層1のみを流れることになる。

【0015】次に、何らかの原因で軟磁性体層2に電子が蓄積された場合は、エネルギーバンドは図3の(B)に示すように変化する。そうすると、軟磁性体層2に蓄積されている電子は、軟磁性体層2とn型半導体層3<sub>1</sub>との間に存在している電子のエネルギー障壁が小さいために、容易にn型半導体層3<sub>1</sub>の中に注入され、n型半導体層3<sub>1</sub>を通って消滅する。

【0016】図4はこの発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第2の実施例を示すもので、NiFe膜などの磁気抵抗効果層1とNiFeCr膜などの軟磁性体層2との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層1から軟磁性体層2へはセンス電流は流れず、何らかの原因で軟磁性体層2に帯電した電子は磁気抵抗効果層1へ移動しうるよう、磁気抵抗効果層1と軟磁性体層2との間に、磁気抵抗効果層1とp型半導体層3<sub>2</sub>との間にアルミAlなどの金属層4<sub>2</sub>を介在させて、また、軟磁性体層2とp型半導体層3<sub>2</sub>との間に白金Ptなどの金属層4<sub>1</sub>を介在させて、p型半導体層3<sub>2</sub>を配置し、さらに、磁気抵抗効果層1の両端部にセンス電流Iの引き出し導電体5、5を接続して磁気抵抗効果素子MRを構成したものである。

【0017】このような磁気抵抗効果素子MRにすると、通常はセンス電流Iが磁気抵抗効果層1のみを流れおり、磁気抵抗効果層1とp型半導体層3<sub>2</sub>との間に図5の(A)に示すように大きな電子のエネルギー障壁が存在するため、磁気抵抗効果層1を移動している電子はp型半導体層3<sub>2</sub>の方へ入ることができない。したがって、センス電流Iは磁気抵抗効果層1のみを流れることになる。

【0018】次に、何らかの原因で、軟磁性体層2に電子が蓄積された場合は、エネルギーバンドは図5の(B)に示すように変化する。そうすると、軟磁性体層2とp型半導体層3<sub>2</sub>との間に電子のエネルギー障壁が存在するにもかかわらず、その電子のエネルギー障壁が薄いため、軟磁性体層2に蓄積された電子はこのエネル

5

ギー障壁を通り抜けて消滅する。

【0019】なお、前記第1および第2の実施例において、磁気抵抗効果素子MRを構成する各層の形成方法としては、磁気抵抗効果層1となるNiFe膜および軟磁性体層2となるNiFeCr膜は高周波スパッタリング法で、n型半導体層3<sub>1</sub>およびp型半導体層3<sub>2</sub>はアモルファスシリコン膜はグロー放電法で成膜した。アモルファスシリコン膜の成膜の際にn型半導体層とするためには、PH<sub>3</sub>ガスをシランガスSiH<sub>4</sub>に混ぜて成膜した。また、p型半導体層とするためには、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスをシランガスSiH<sub>4</sub>に混ぜて成膜した。

【0020】図6はこの発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第3の実施例を示すもので、NiFe膜などの磁気抵抗効果層1とNiFeCr膜などの軟磁性体層2との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層1から軟磁性体層2へはセンス電流は流れず、何らかの原因で軟磁性体層2に帯電した電子は、磁気抵抗効果層1へ移動しうるよう、磁気抵抗効果層1と軟磁性体層2との間に、磁気抵抗効果層1にp型半導体層3<sub>3</sub>が、軟磁性体層2にn型半導体層3<sub>3</sub>が接合するように、p-n接合型半導体層3<sub>3</sub>を配置し、さらに、磁気抵抗効果層1の両端部にセンス電流Iの引き出し導電体5、5を接続して、磁気抵抗効果素子MRを構成したものである。

【0021】このような磁気抵抗効果素子MRにすると、通常はセンス電流Iが磁気抵抗効果層1のみを流れしており、磁気抵抗効果層1とp-n接合型半導体層3<sub>3</sub>との間には、図7の(A)に示すような電子のエネルギー障壁が存在するため、磁気抵抗効果層1を移動している電子はp-n接合型半導体層3<sub>3</sub>のp型半導体層3<sub>3</sub>の方へ入ることができない。したがって、センス電流Iは磁気抵抗効果層1のみを流れることになる。

【0022】次に、何らかの原因で、軟磁性体層2に電子が蓄積された場合は、エネルギー・バンドは図7の(B)に示すように変化する。そうすると、軟磁性体層2とp-n接合型半導体層3<sub>3</sub>のn型半導体層3<sub>3</sub>の間に存在している電子のエネルギー障壁が小さいために、この軟磁性体層2に蓄積された電子は容易にn型半導体層3<sub>3</sub>に注入され、さらにp型半導体層3<sub>3</sub>を通って消滅する。したがって、軟磁性体層2に過剰に電子が蓄積されることによって起こる、磁気抵抗効果層1と軟磁性体層2との間の放電や絶縁破壊などによる磁気抵抗効果素子MRの破壊が防止される。

【0023】図8はこの発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第4の実施例を示すもので、磁気抵抗効果層1と軟磁性体層2との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層1から軟磁性体層2へはセンス電流Iは流れず、軟磁性体層2に帯電した電子は磁気抵抗効果層1へ移動しうるようなp-n-p接合型半導体層3<sub>4</sub>を配置したものである。

【0024】図9はこの発明の磁気抵抗効果型ヘッドの

6

第5の実施例を示すもので、磁気抵抗効果層1と軟磁性体層2との間に介在させる非磁性分離層として、磁気抵抗効果層1から軟磁性体層2へはセンス電流Iは流れず、軟磁性体層2に帯電した電子は磁気抵抗効果層1へ移動しうるようなn-p-n接合型半導体層3<sub>5</sub>を配置したものである。

10

【0025】なお、前記第3、第4、第5の実施例において、磁気抵抗効果素子MRを構成する各層の形成方法としては、磁気抵抗効果層1となるNiFe膜および軟磁性体層2となるNiFeCr膜は高周波スパッタリング法で、n型半導体層3<sub>1</sub>およびp型半導体層3<sub>2</sub>はアモルファスシリコン膜をグロー放電法で成膜した。アモルファスシリコン膜の成膜の際にn型半導体層とするためには、PH<sub>3</sub>ガスをシランガスSiH<sub>4</sub>に混ぜて成膜した。また、p型半導体層とするためには、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスをシランガスSiH<sub>4</sub>に混ぜて成膜した。

20

【0026】なお、以上説明した、磁気抵抗効果層1と軟磁性体層2との間に、p-n接合型半導体層3<sub>3</sub>、p-n-p接合型半導体層3<sub>4</sub>、またはn-p-n接合型半導体層3<sub>5</sub>を配置して、軟磁性体層2への帶電を防止する方法は、ダイオードとして一般に知られているp-n接合型半導体の整流作用を直接利用するものではなく、磁気抵抗効果層1および軟磁性体層2と、p-n接合型半導体層3<sub>3</sub>、p-n-p接合型半導体層3<sub>4</sub>、またはn-p-n接合型半導体層3<sub>5</sub>との間に生じる電子のエネルギー障壁と電子の移動との関係を利用するものである。また、アモルファスシリコン膜を前記のように成膜する以外に、たとえばゲルマニウム膜やカーボン膜を使用しても同様の効果が得られる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の磁気抵抗効果型ヘッドは、磁気抵抗効果層と軟磁性体層とを非磁性分離層を介して近接させて、磁気抵抗効果層にセンス電流を流すことにより生じる磁界によって、磁気抵抗効果層の長手方向に向かう磁化の向きをほぼ45度傾斜させる磁気バイアス方式の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、非磁性分離層として、磁気抵抗効果層から軟磁性体層へはセンス電流は流れず、軟磁性体層に帯電した電子は、磁気抵抗効果層へ移動しうるような半導体層を用いて構成したので、何らかの原因で軟磁性体層に帯電した電子は、この半導体層を通して磁気抵抗効果層へ移動するので、軟磁性体層に電子が帯電して、磁気抵抗効果層と軟磁性体層との間の放電や絶縁破壊などによる磁気抵抗効果素子MRの破壊が防止される。

40

【0028】また、半導体層と磁気抵抗効果層および軟磁性体層との接合面には電子のエネルギー障壁が生じているので、軟磁性体層から磁気抵抗効果層へは電子が移動し、その逆には電子が移動せず、また、磁気抵抗効果層から軟磁性体層へはセンス電流が流れないので、磁気抵抗効果素子層を流れるセンス電流の利用率が良くな

50

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの原理図である。

【図2】この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第1の実施例図である。

【図3】第1の実施例図の動作説明図である。

【図4】この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第2の実施例図である。

【図5】第2の実施例図の動作説明図である。

【図6】この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第3の実施例図である。

【図7】第3の実施例図の動作説明図である。

【図8】この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第4の実施例図である。

【図9】この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第5の実施例図である。

【図10】従来の磁気抵抗効果型ヘッドの概略構成を示す図である。

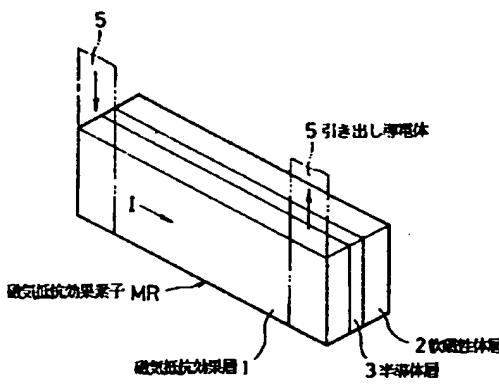
【図11】磁気抵抗効果型ヘッドにおける磁気バイアス磁界の説明図である。

【符号の説明】

1	磁気抵抗効果層
2	軟磁性体層
3	半導体層
3 <sub>1</sub>	n型半導体層
3 <sub>2</sub>	p型半導体層
3 <sub>3</sub>	p n接合型半導体層
10 3 <sub>4</sub>	p n p接合型半導体層
3 <sub>5</sub>	n p n接合型半導体層
4 <sub>1</sub>	金属層
4 <sub>2</sub>	金属層
5	引き出し導電体
11	非磁性導電体層
12	磁気抵抗効果層
13	軟磁性体層
14	引き出し導電体

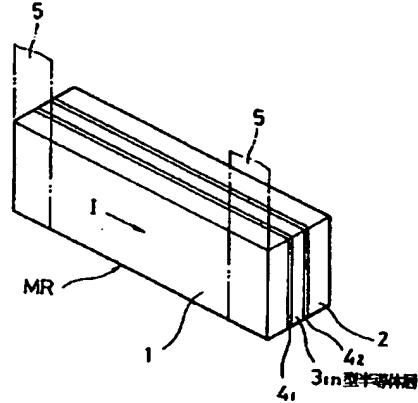
【図1】

この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの原理図



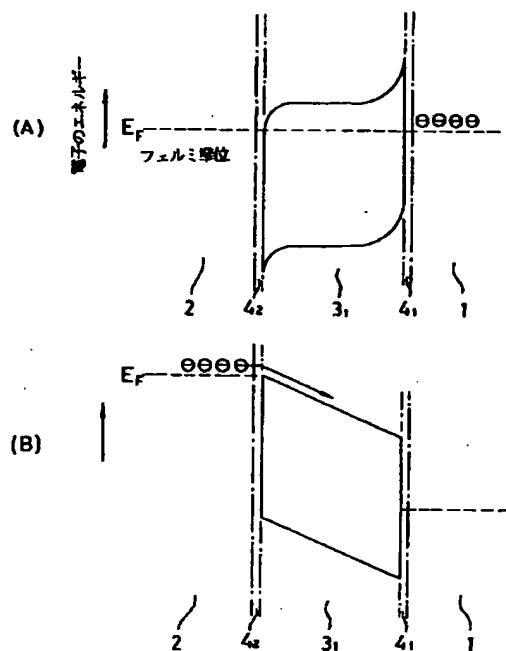
【図2】

この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第1の実施例図



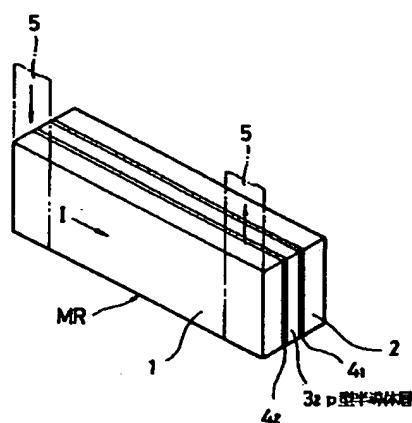
【図3】

第1の実施例の動作剖面図



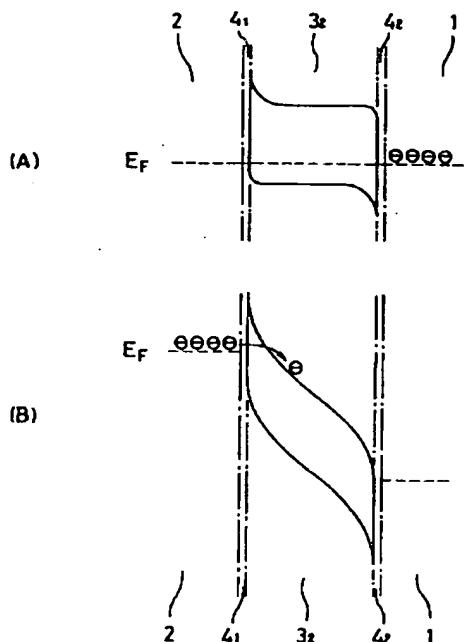
【図4】

この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第2の実施例図



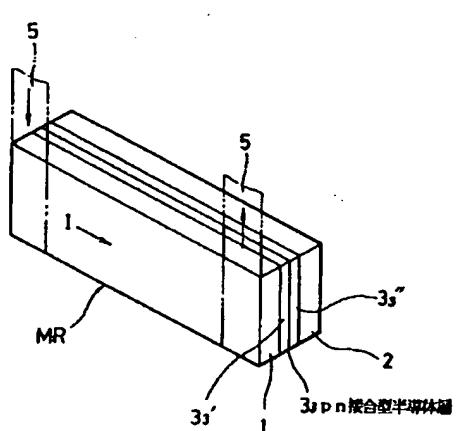
【図5】

第2の実施例の動作剖面図



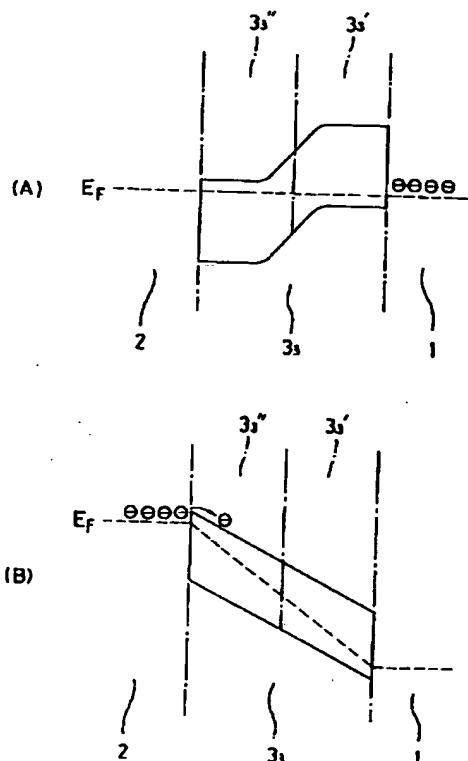
【図6】

この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第3の実施例図



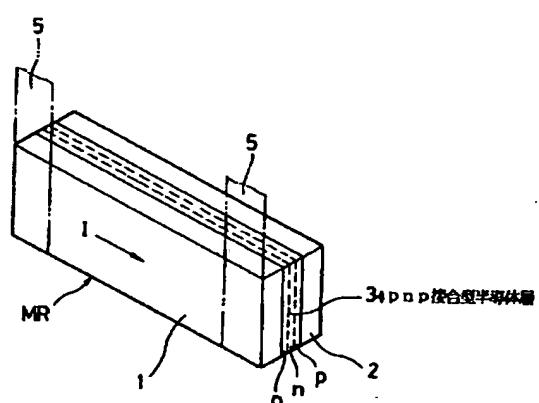
【図7】

第3の実施形態の動作剖面図



【図8】

この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第4の実施形態

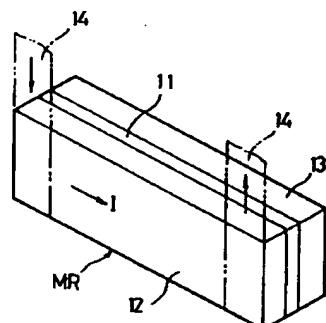
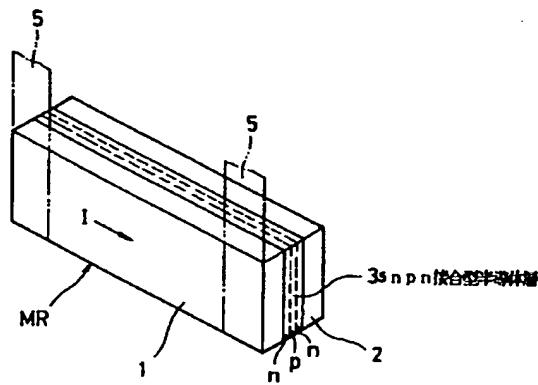


【図10】

従来の磁気抵抗効果型ヘッドの構造模式を示す図

【図9】

この発明の磁気抵抗効果型ヘッドの第5の実施形態



【図11】

吸気抵抗効果型ヘッドにおける吸気バイアス構造の断面図

